

科学研究費補助金（特別推進研究）公表用資料  
〔研究進捗評価用〕

平成 19 年度採択分

平成 22 年 4 月 27 日現在

研究課題名（和文）

マルチモーダル感覚情報の時空間統合

研究課題名（英文）

Spatiotemporal integration of multimodal sensory information

研究代表者

氏名 鈴木 陽一 (SUZUKI Yōiti)

所属研究機関・部局・職 東北大学・電気通信研究所・教授



研究の概要：本研究では、人間が複数の異なる感覚受容器官で並列に受容した複合感覚情報、すなわち「マルチモーダル感覚情報」の処理過程を明らかにし、その仕組みに基づいて迫真性・臨場感・自然性の知覚モデルを構築し、マルチモーダル感覚情報提示システムの設計指針を提供することを目的とする。その際に、多重並列的に入力された複数の感覚情報群を分離・統合し、一つの事象（event）として「マーキング」することで複数感覚情報の時空間統合がなされるという独創的な視点にたち、マルチモーダル感覚情報処理過程を精密に記述する。

そのために、(1) 視覚と聴覚、前庭感覚、体性感覚といった複合感覚情報入力時のマルチモーダル感覚情報処理時空間マーキングとその統合過程の解明、(2) 空間性・時間性の統合に関する生理学的メカニズムおよび学習過程の解明、及び、(3) 高度なマルチメディア時空間提示システムの実現に向けた工学的検討を推進する。その上で、(1)、(2)で得られた知見から、(3)に示す迫真性・臨場感・自然性の定量評価法、及び、システム設計指針の構築を目指す。

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：マルチモーダル感覚情報、マルチモーダル情報通信技術、迫真性・臨場感・自然性、3次元ディスプレイ

### 1. 研究開始当初の背景

情報通信技術の発達に伴い、視覚、聴覚、触覚、前庭感覚など、種々の感覚情報（マルチモーダル感覚情報）を用いた超高臨場感通信実現への期待が高まっている。しかし、現在提案されているマルチメディアシステムは必ずしも使いやすいたとはいえないものであり、だれもが安心して自然に快適に使えるようにするためには、人間が複数の異なる感覚受容器官で並列に受容した複合感覚情報、すなわちマルチモーダル感覚情報の処理過程に根ざした情報システムの構築が求められる。特に、時空間分解能も処理速度も大きく異なる各々の感覚系の多様な情報が、脳の総合的処理により、ある一つのまとまったできごとによって由来するという判断を可能にする仕組み、即ち、時空間統合過程を明らかにすることが重要である。

我々のこれまでの研究の結果、多重並列的に入力された複数の感覚情報群に、それらがいつ（時間）、どこ（空間）で発生した事象（event）が必要なマーキングを行い、その結果を利用して空間性と時間性の統合を行う過程の解明が鍵であることが明らかになってきた。即ち、このマーキングの時空間統

合を行うための特徴抽出と統合過程の記述が可能になれば、この分野を一段と進展させることが可能となる。

### 2. 研究の目的

本研究では、時空間マーキングによる高度感性情報の生成という独創的な視点から、マルチモーダル感覚情報処理過程を精密に記述する。研究期間終了時には、マルチモーダル感覚情報の迫真性や臨場感、自然性の知覚モデルを構築し、マルチモーダル感覚情報提示システムの定量的設計指針提供を目指す。

### 3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、以下の3課題について研究を遂行する。

- (1) 視覚、聴覚、前庭感覚、触覚情報が複合したマルチモーダル感覚情報処理時空間マーキングとその統合過程の解明
- (2) マルチモーダル感覚情報の空間性・時間性の統合に関する学習過程の解明
- (3) 高度なマルチメディア時空間提示システムの実現に向けた工学的検討

これらを推進するにあたっては、(1)、(2)を先行して実施し、そこで得られた知見に基づいて(3)の迫真性・臨場感・自然性の定量モデルの構築を進める。

#### 4. これまでの成果

##### (1) マルチモーダル感覚情報処理時空間マーキングとその統合過程の解明

移動する聴覚刺激によって、実際には静止している視覚点滅刺激が動いて見える聴覚誘導性視運動知覚 (sound induced visual motion: SIVM) を世界で初めて発見した (Hidaka *et al.*, 2009)。この結果は、空間知覚において視覚情報が他の感覚モダリティ情報より優先されるといふ定説をくつがえす画期的なものである。

聴覚に関して、広帯域音提示が粗さ知覚に影響を与え、かつ、その影響は触覚と聴覚刺激に整合性がある場合に高くなることを見出した (Suzuki *et al.*, 2008)。

そのほか、視聴覚音声知覚の時間特性 (Tanaka *et al.*, 2009)、頭部運動時の音空間知覚の解明、前庭感覚と視聴覚情報の統合処理 (Kubodera *et al.*, 2009, Sakamoto *et al.*, 2009) など、時空間統合の機序の解明に必要な知見が数多く得られた。

これらの結果から、マルチモーダル感覚情報の時空間マーキングによる統一的オブジェクト知覚モデルも構築できつつある。

##### (2) 空間性・時間性の統合に関する生理学的メカニズムおよび学習過程の解明

サル乳幼児は、全く見聞きしたことのない映像と音を初めて体験した時でも、それらの組み合わせを正確に認識し、「顔と表情」も、始めて見たときから成人サルと同じように識別することが可能であるという知見が得られた (Sugita, 2008)。

この結果は、個々のモダリティから得られた感覚情報が、極めて早期の段階から互いにアクセス可能な情報に変換されているという仮説を強く示唆するものと考えられる。

##### (3) 高度なマルチメディア時空間提示システムの実現に向けた工学的検討

迫真性・臨場感・自然性の差異を知覚実験により分析した結果、これら3つの感性は異なる時空間情報を背景に構築されるもので、かつ、迫真性や臨場感は必ずしも物理世界に忠実であることによって高まるものではないことが示された。さらに、先に記述したオブジェクト知覚モデルに基づいた、マルチモーダル感覚情報の統合による迫真性・臨場感・自然性生成モデルの作成も予定に先んずる形で構築が進んでいる。

また、世界初の3次元アンビソニックス音空間再生システムなど、高度感性情報を実現する視聴覚時空間提示システムを構築した。

#### 5. 今後の計画

様々な感覚情報が同時並列入力された際の情報統合メカニズムに関し、統合しやすい感覚情報の組を明らかにすると共に、統合の度合いの定量化、統合される際の時間窓の測定を、行動指標だけでなく脳活動計測等を用

いて多角的に行う。それらの結果を組み合わせ、時空間マーキングモデルを定量モデルへ深化させる。

一方、豊富な感性情報を含むコンテンツを用いて、物理パラメータを変化させた際に知覚される迫真性、臨場感、自然性を定量評価し、その結果に基づき、時空間マーキングモデルの入力となりうる物理情報を精査し、迫真性・臨場感・自然性の生成モデルを定量モデルへと深化させる。

加えて、アンビソニックス等の最新かつ世界最高水準を超える音響技術を駆使してマルチメディア時空間提示システムの構築を進め、構築したシステムを用いて、提示される感覚情報の「現実通り」からの工学的差異を高精度に操作し、迫真性、臨場感、自然性の知覚の変容を明らかにする。これにより、高度感性情報の定量評価法を構築し、時空間情報提示システムの設計指針を提案する。

#### 6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

(研究代表者は二重線、研究分担者は一重下線、連携研究者は点線)

[雑誌論文] (計 24 件)

1. 寺本 渉, 吉田 和博, 浅井 暢子, 且高 聡太, 行場 次朗, 鈴木 陽一, “臨場感の素朴な理解,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2010 (印刷中) (査読有)
  2. S. Hidaka, Y. Manaka, W. Teramoto, Y. Sugita, R. Miyauchi, J. Gyoba, Y. Suzuki and Y. Iwaya, “Alternation of sound location induces visual motion perception of a static object,” PLoS ONE, 4, e8188, 2009 (査読有)
  3. P.M.Grove and K.Sakurai, “Auditory induced bounce perception persists as the probability of a motion reversal is reduced,” Perception, 38, pp.951-965, 2009 (査読有)
  4. A. Tanaka, S. Sakamoto, K. Tsumura and Y. Suzuki, “Visual speech improves the intelligibility of time-expanded auditory speech,” NeuroReport, 20(5), pp.473-477, 2009 (査読有)
  5. Y. Suzuki, J. Gyoba and S. Sakamoto, “Selective effects of auditory stimuli on tactile roughness perception,” Brain Research, 1242, pp.87-94, 2008 (査読有)
- 他 19 件 (うち紀要論文 2 件)。他に国際会議 Proceedings 論文: 20 件  
[学会発表] (計 121 件)  
国外発表: 47 件, 国内発表: 74 件  
(うち, 招待講演: 25 件)  
[図書] (計 2 件)  
[受賞] (計 7 件)  
[ホームページ等]

<http://www.ais.riec.tohoku.ac.jp/multimodal.html>